Centre de Toxicologie du Québec

Programme de surveillance biologique de l'exposition professionnelle au 2,4,5-T des travailleurs forestiers à l'emploi du Ministère de l'Énergie et des Ressources pour la période de pulvérisation d'été 1983

par

Cécile Tat-Ha, M.Sc.

avec la collaboration de

Jean-Louis Benedetti, M.D.

Ce travail a été réalisé pour le compte du Ministère de l'Énergie et des Ressources

M a i 1984

Le Centre Hospitalier de l'Université Laval - 2705, boul. Laurier, Québec, Qué. G1V 4G2
TÉL.: (418) 656-8326 (418) 656-8092 (laboratoire)

Table des matières

	Page
Remerciements	i
Introduction	1
Objectifs	3
Méthodologie	4
Résultats et discussion	9
Conclusion	20
Références	21
Tableaux	
Figures	
Annexes	

REMERCIEMENTS

Nous remercions Albert Nantel, M.D. et Jean-Philippe Weber, Ph.D. pour leurs conseils et support dans la réalisation du projet, ainsi que toute l'équipe du Centre de Toxicologie du Québec.

Nous remercions plus particulièrement Guy Gingras et Évelyne Pelletier pour la réalisation de la partie analytique du projet ainsi que Liduina van de Vliet pour la transcription du document.

INTRODUCTION

Dans le cadre des lois sur la santé et la sécurité au travail, l'exposition professionnelle aux toxiques est généralement soumise à une surveillance étroite. Cette surveillance se traduit par l'établissement des normes de concentration de toxiques dans l'atmosphère de travail. Ces normes doivent assurer aux travailleurs une limite d'exposition reconnue comme sécuritaire pour des périodes d'activité de 8 heures/jour 40 heures/semaine. Dans le cas d'un milieu de travail bien défini où les conditions d'opération sont peu sujettes aux changements, la mesure périodique du ou des polluants dans l'atmosphère de travail (conformément aux normes) offre un contrôle satisfaisant de l'exposition professionnelle.

En milieu forestier, les opérations de pulvérisation de phytocide (2,4,5-T) s'effectuent dans une aire ouverte où le contrôle de l'exposition par des mesures de 2,4,5-T dans l'atmosphère de travail peut être perturbé par plusieurs facteurs:

a) la mobilité des travailleurs;
b) l'influence prédominante des conditions météorologiques journalières sur le niveau d'exposition;
c) des périodes de travail très variables (soumises également aux variations des conditions météorologiques).

Face à ces éléments perturbateurs qui invalident bon nombre de mesures tant que tous les paramètres ne sont pas parfaitement contrôlés, on a avantage à évaluer le niveau d'exposition par la surveillance biologique, c'est-à-dire, quantifier plutôt les résidus toxiques dans l'organisme humain par le dosage des produits impliqués (2,4,5-T en l'occurrence). Les milieux tels que le sang ou l'urine sont habituellement utilisés dans les programmes de surveillance biologique.

La surveillance biologique a comme autre avantage d'évaluer la présence globale du produit quelque soit sa voie d'absorption (cutanée, digestive, respiratoire) alors que les mesures des toxiques dans l'atmosphère de travail donnent des informations surtout sur l'absorption par voie respiratoire.

Le 2,4,5-T possède plusieurs caractéristiques qui facilitent la surveillance des travailleurs par les mesures du produit dans les milieux biologiques:

a) il est bien absorbé par l'organisme (NRC, 1978);
b) il ne subit pas de biotransformation une fois absorbé (Norris, 1981; Hall, 1983; Lauwerys, 1983);
c) son volume de distribution dans l'organisme humain est relativement restreint (Baselt 1982);
d) il est excrété presqu'en totalité (jusqu'à 95%) dans l'urine (Lauwerys, 1983).

Ces avantages peuvent être mis à profit dans un programme de surveillance des travailleurs forestiers exposés au 2,4,5-T.

OBJECTIFS

Le programme de surveillance biologique des travailleurs forestiers, proposé par le Centre de Toxicologie du Québec (CTQ) au Ministère d'Énergie et Ressources a pour objectifs:

a) de détecter la présence du 2,4,5-T dans l'organisme;

b) d'évaluer l'importance de cette présence de 2,4,5-T par l'examen d'un ensemble de paramètres (concentrations sériques et urinaires, demi-vie, rythme et délai d'excrétion, et s'il y a lieu, fluctuation d'excrétion selon l'exposition,...).

Une telle évaluation permet de cerner:

a) le niveau de risque que représente l'exposition professionnelle aux phytocides dans le cadre des pulvérisations terrestres qui durent presque trois semaines;

b) l'importance de l'exposition selon les postes de travail;

c) l'importance de l'exposition selon l'utilisation (ou absence) des moyens de protection et selon l'hygiène personnelle;

d) une corrélation entre les concentrations sériques et urinaires qui validerait l'utilisation des prélèvements urinaires ponctuels dans les programmes de surveillance futurs.

MÉTHODOLOGIE

1. Méthode d'analyse.

Les dosages du 2,4,5-T dans le sérum et l'urine se font par chromatographie en phase gazeuse. La limite de détection de la méthode est de 0.02 mg/L pour le 2,4,5-T urinaire et sérique. Les détails techniques du dosage sont exposés dans les annexes I et II.

2. Choix de la population évaluée.

Les travailleurs participent au projet sur une base volontaire, au début on prévoyait la participation de 5 travailleurs, plus tard d'autres se sont joints au programme de surveillance. Les cinq premiers travailleurs participants formant le groupe A suivent un programme minutieux de prélèvements et d'examens (médical, biochimique, hématologique). Les groupes A' et B comprennent des travailleurs qui se joignent au programme plus tard. Leur participation se limite à des périodes de prélèvements plus courtes, sans autre examen.

Les personnes des groupes A et A' sont à l'emploi du Ministère de l'Énergie et Ressources, elles bénéficient des moyens de protection élaborés par le ministère (anonyme, 1983). Elles sont affectées aux tâches suivantes: préposé au plan de mélange; signaleur; superviseur; opérateurs (conducteurs). Ces travailleurs sont identifiés par des chiffres # 1 à 5 pour le groupe A, # 6 et 7 pour le groupe A'.

Activités des travailleurs du groupe A et A'.

Travailleur 1: chef signaleur, signaleur, préposé au plan de mélange.

Travailleur 2: chef signaleur, signaleur, préposé au plan de mélange.

Travailleur 3: superviseur aide au plan de mélange.

Travailleur 4: opérateur: canon tecnoma.

Travailleur 5: opérateur: boom jet.

Travailleur 6: préposé au plan de mélange.

Travailleur 7: opérateur conducteur.

Le groupe B comprend 4 travailleurs qui sont identifiés par des lettres. Deux des 4 sont à l'emploi du ministère, les deux autres sont des contractuels. Ce groupe de travailleurs opère dans une autre région que ceux des groupes A et A'. Ils n'utilisent pas d'équipement de protection, et les conditions d'hygiène sont beaucoup moins strictes que pour le groupe A.

Activités des travailleurs du groupe B:

P.L.: à l'emploi du M.E.R., signaleur, très peu en contact avec le phytocide.

M.N.: à l'emploi du M.E.R., superviseur et préposé au plan de mélange.

P.S.: contractuel, plan de mélange, opérateur.

L.L.: contractuel, plan de mélange, superviseur.

3. Horaire de travail.

Pour chaque travailleur participant, les périodes d'exposition sont enregistrées sur des feuilles horaires journalières où sont indiqués également les changements de tâche, les impondérables tels que l'arrêt imprévu, accident, etc.. Les mêmes feuilles servent aussi à enregistrer l'heure de chaque miction d'urine et le volume de la miction.

4. Les prélèvements sanguins.

Pour le groupe A les prélèvements sanguins pour le dosage de 2,4,5-T sériques s'échelonnent comme suit:

a) un prélèvement avant toute exposition;
b) un prélèvement à la fin des périodes de pulvérisation (2);
c) un prélèvement 4 jours après l'arrêt des pulvérisations.

Le groupe B n'a eu que 2 prélèvements sanguins: un à la fin de l'exposition (le soir) et un autre le lendemain matin.

5. Les prélèvements urinaires.

- Groupe A. (les travailleurs 1, 2, 3, 4, 5)

On prélève une urine de 24 heures avant toute exposition (pour évaluer la créatinine urinaire et le taux de 2,4,5-T pré-exposition). Après 6 jours de pulvérisation débute la période de surveillance qui coincide avec une période intensive de pulvérisation de 6 jours, suivie de 4 jours sans exposition. Pour le programme de surveillance on recueille la totalité des urines, chaque miction étant prélevée séparément; ceci dans le but de détecter des fluctuations éventuelles dans l'excrétion d'une miction à l'autre, reflétant une exposition plus ou moins intense ou une surexposition accidentelle. A l'arrêt des pulvérisations on recueille des mictions cumulées de 24 heures pour les jours sans exposition.

Le groupe A' (travailleurs 6 et 7) opère dans une zone différente du groupe A mais utilise à peu près les mêmes mesures de sécurité. Ces travailleurs n'ont que des prélèvements urinaires, pendant 24 heures, en miction séparées.

- Groupe B.

Pour le groupe B (ce groupe ne faisait pas partie du projet initial), la période de prélèvement urinaire couvre seulement deux jours de travail, les mictions sont en partie cumulées.

Tous les détails sur les prélèvements du groupe A, la collecte et l'envoie des échantillons, sont exposés dans le rapport d'activité de Germain Pelletier (infirmier) qui était responsable des prélèvements et de la supervision de toutes les étapes du projet sur le terrain.

6. Questionnaire.

Les travailleurs répondent par ailleurs à un questionnaire qui apporte certaines précisions sur leur état de santé et les expositions des années antérieures aux phytocides.

7. Autres mesures.

Les travailleurs du groupe A subissent un examen médical avant le début des opérations. Ils ont également eu des analyses biochimiques (fonction hépatique) et des analyses hématologiques.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les concentrations des produits toxiques dans le sang sont considérées comme des mesures refletant fidèlement le niveau d'exposition. Ces mesures sont cependant peu utilisées parce que très peu accessibles dans les programmes de surveillance de routine du fait que les prélèvements sanguins répétitifs ne sont pas toujours bien acceptés par les travailleurs. Lorsqu'on dispose des concentrations sanguines ou sériques, elles sont souvent utilisées comme valeur de référence.

1. 2,4,5-T sérique des travailleurs du groupe A.

Les résultats sériques de ces travailleurs sont regroupés dans le Tableau 1.

Toutes les valeurs de 2,4,5-T sérique pré-exposition du groupe A sont inférieures à la limite de détection de 0.02 mg/L. Pendant la période d'exposition, 64% des valeurs sériques du groupe A restent inférieures à la limite de détection. Les autres valeurs, bien que mesurables, se situent à des niveaux très bas, soit de 0.02 à 0.04 mg/L.

Quatre jours après l'arrêt de l'exposition, un contrôle des valeurs sériques nous redonne des taux inférieurs à la limite de détection. Le niveau de 2,4,5-T sérique des travailleurs du groupe B est de loin plus élevé que celui du groupe A.

2. 2,4,5-T sérique des travailleurs du groupe B.

Les résultats sériques de ces travailleurs sont regroupés dans le Tableau 2.

Dans le groupe B, deux des huit valeurs sont inférieures à la limite de détection de 0.02 mg/L. Ces deux valeurs proviennent du travailleur P.L. qui a été très peu en contact avec le phytocide. Les autres travailleurs ont des taux sériques allant de 0.09 à 0.38 mg/L. Si on utilisait la formule de Gehring et al* pour essayer de retrouver la quantité de 2,4,5-T correspondant aux taux plasmatiques ou sériques au moment du prélèvement, on obtient les valeurs du tableau 3.

D'après ces approximations, les travailleurs du groupe B sont 2.5 à 10 fois plus exposés que les pires cas du groupe A (64% des mesures du groupe A sont inférieures à la limite des détections, donc sans possibilité de comparaison).

---

* Selon Gehring et al, à l'équilibre A mg/kg correspond à 12.7 A µg/mL à 22.5 A µg/mL de 2,4,5-T dans le plasma.

3. 2,4,5-T urinaire des travailleurs du groupe A.

Les résultats des dosages urinaires des travailleurs 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7 sont regroupés dans les tableaux 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6 et 4.7 et les figures 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 sont des représentations graphiques des résultats. Dans la section inférieure de chaque figure 1, les points représentent les quantités excrétées à chaque miction d'urine. L'examen de ces mictions montre que l'excrétion est relativement constante, les fluctuations d'exposition n'ont pas provoqué des bonds dans l'excrétion, cela est probablement dû à la demi-vie assez longue du 2,4,5-T, soit 17 à 23 heures selon la majorité des publications (en accord avec nos données). Quant à la courbe dans la partie supérieure des figures 1, elle suit l'évolution de l'excrétion cumulative journalière, pendant les 6 jours d'exposition et les 4 jours post-exposition.

Le tableau 5 montre qu'on peut partager les travailleurs du groupe A en 2 populations. D'une part les travailleurs 4 et 5 qui sont des opérateurs conducteurs, ont une excrétion de 2,4,5-T des plus faibles et leur excrétion horaire est relativement constante. Les travailleurs 1, 2 et 3 ont une excrétion horaire nettement plus importante que les 2 autres, et elle a tendance à être plus élevée vers la fin de la période d'exposition. Cette ascension est surtout visible chez le travailleur

no. 2. Les travailleurs 1, 2, 3 se différencient des travailleurs 4 et 5 par leur participation au plan de mélange. C'est probablement le contact avec des produits concentrés au plan de mélange qui entraîne une plus grande exposition démontrée dans l'excrétion horaire.

L'influence de la tâche (plan de mélange) sur l'excrétion urinaire du 2,4,5-T est également perceptible dans la figure 2. Dans cette figure les travailleurs 1, 2 et 3 se distinguent des 2 autres par une excrétion journalière plus prononcée. Malheureusement, dû au petit nombre d'individus, cette appréciation ne peut être que qualitative. Elle est cependant en accord avec les travaux de Lavy (figure 3) qui démontre également que le travail de mélange entraîne une plus forte exposition (Lavy et al, 1983).

Dans les études disponibles, la plupart des auteurs qui évaluent l'exposition professionnelle au 2,4,5-T proposent des concentrations urinaires limites de 0.05 mg/L à 3.6 mg/L (Baselt 1982, Lauwerys 1983). En dessous de la concentration de 0.05 mg/L l'excrétion est considérée comme négligeable. Plusieurs valeurs du groupe A ne dépassent pas la limite de 0.05 mg/L (Tableaux 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7). Quant aux autres valeurs, bien qu'elles dépassent 0.05 mg/L, elles se situent néanmoins à une limite 11 fois inférieure à la valeur maximale

proposée pour la surveillance de l'exposition professionnelle. Les concentrations avancées par Kolmodin-Hedman et al. (1980) sont plus élevées encore, 1 à 11 mg/L ce qui cadre d'ailleurs mal avec la moyenne de 1 mg/24h proposée par les mêmes auteurs.

Les valeurs du groupe A marquent peut être un progrès dans les mesures de prévention puisque l'année précédente les tests préliminaires rapportaient des concentrations de l'ordre de 1.5 mg/L (prélèvement ponctuel chez un conducteur en 1982).

4. Comparaison de l'excrétion urinaire de 2,4,5-T entre les groupes A et B.

Le tableau 6 présente l'excrétion journalière de 2,4,5-T de chaque travailleur participant au programme. Les résultats montrent que, à l'exception du travailleur P.L. qui est très peu en contact avec le phytocide, l'excrétion journalière du groupe B dépasse de beaucoup les résultats du groupe A. Dans le groupe B la valeur maximale est de 3.67 mg/24h: 10 fois supérieure au maximum du groupe A.

Cette différence d'exposition entre les groupes A et B entraîne une différence de charge corporelle calculée selon la méthode de Newton (1981). Selon cet auteur la charge corporelle en 2,4,5-T peut être calculée approximativement en multipliant par 2 la quantité excrétée pendant une période équivalente à la demi-vie du produit (soit 23h). En utilisant l'excrétion journalière, la charge corporelle du groupe A varie de 0.11 mg à 0.38 mg environ et le maximum trouvé chez le groupe B atteint 7 mg. À

partir de ces charges corporelles on peut déduire la dose d'absorption par kg de poids corporel. Ces doses d'absorption mises en parallèle avec la dose minimale efficace et la dose journalière acceptable, ADI (tableau 7), permet de faire ressortir le coefficient de sécurité lié au niveau d'exposition des groupes A et B.

Selon les coefficients de sécurité, l'absorption moyenne du groupe A place les travailleurs de ce groupe dans une zone d'exposition très sécuritaire. Quant aux travailleurs M.N., P.S. et L.L. du groupe B, leur absorption se situe dans des limites légèrement inférieures à l'ADI* (dose journalière acceptable) qui représente cependant une limite d'absorption établie pour la population en général et non une limite d'exposition professionnelle.

---

* Ici l'ADI de 0.1 mg/kg/j (Bovey et al, 1980) est utilisée comme un point de référence plutôt que comme une limite toxique reconnue.

Les résultats urinaires tout comme les résultats sériques montrent une exposition plus importante du groupe B.

La concordance des résultats peut être mise en évidence si on plaçait sur graphique d'une part les valeurs sériques supérieures à la limite de détection, et d'autre part, l'excrétion urinaire en mg/g de créatinine de la même période de prélèvement (figure 4)*. La corrélation étroite entre les 2 types de résultats confirme la différence dans l'exposition des 2 groupes.

L'examen des conditions de travail de chacune des 2 équipes fera ressortir les facteurs qui favorisent l'absorption plus importante de 2,4,5-T par le groupe B.

5. Délais d'élimination et excrétion complète du 2,4,5-T.

Les études récentes ont démontré que l'excrétion des dérivés chlorophénoxydes peut accuser un grand retard par rapport à l'absorption. Ce retard peut atteindre 30 à 40 heures si l'absorption est cutanée (Akerblom et al, 1983). Chez nos travailleurs nous n'avons pas pu déceler clairement ce phénomène, la longue demie-vie du 2,4,5-T et le faible niveau d'exposition ne

---

* L'utilisation des concentrations en mg/g de créatinine au lieu de mg/L a pour but d'éliminer les fluctuations de concentration liées aux variations de l'apport et de l'excrétion hydrique.

favorise pas ce genre de fluctuation. Dans ces conditions, après une journée de travail intensif, si la collecte de 24h n'est pas praticable (c'est généralement le cas) le prélèvement ponctuel a avantage à être fait le lendemain matin avant de reprendre le travail. Cela permet d'obtenir une concentration assez représentative de l'exposition et d'éviter les risques de contamination au moment du prélèvement.

Après la période de surveillance, nous avons planifié des prélèvements urinaires pendant 4 jours sans exposition (4 fois la demi-vie). Or, ce délai est insuffisant pour voir l'élimination complète du 2,4,5-T il faudrait probablement 7 à 8 jours à partir de l'arrêt du travail pour compléter l'excrétion (Lavy et al, 1980).

6. Facteurs d'exposition et prévention.

Les concentrations de 2,4,5-T sériques, les concentrations urinaires, l'excrétion journalière, l'excrétion horaire, la charge corporelle, toutes ces mesures convergent pour démontrer une différence d'exposition entre le groupe A et le groupe B. Les facteurs conduisant à une plus forte exposition du groupe B sont sans doute l'utilisation des équipements de protection par le groupe A et le temps d'exposition plus long attribué au groupe B.

Parmi les facteurs qui interviennent dans l'absorption du 2,4,5-T, on peut citer les éléments majeurs suivants:

a) Les moyens de protection individuelle: Le groupe A utilise un équipement de protection tout le long de la période de pulvérisation. Le groupe B semble n'en faire qu'un usage occasionnel.

b) En plus de l'équipement de protection, le groupe A est soumis à des mesures d'hygiène strictes et non le groupe B. On a noté d'ailleurs que certains travailleurs du groupe B ne changent pas régulièrement leurs vêtements.

c) Le groupe A a des périodes de travail plus courtes, surtout en ce qui a trait à des périodes de contact intensif (ex.opération de 5h à 8h puis de 17h à 20h). Le groupe B a des périodes de travail nettement plus longues, généralement la journée de travail dure 6 à 14h offrant des expositions d'autant plus importants que l'équipement de protection n'est pas utilisé par ce groupe. Le temps de repas est inserré dans les périodes d'épandage et les repas sont pris à proximité des zones de pulvérisation. Les 3 facteurs précédents contribuent sûrement à la différence d'absorption de 2,4,5-T démontrée dans les résultats sériques et urinaires. Les moyens de protection semblent soustraire efficacement les travailleurs à une éventuelle sur-exposition.

La pulvérisation de 2,4,5-T répand une grande quantité de produit dans l'air. On pourrait supposer que l'absorption se fait surtout par voie respiratoire. Or, l'analyse des cartouches des masques détaillée dans le rapport de J.-P. Weber (annexe III), montre que l'absorption par inhalation est faible. L'absorption cutanée est probablement la voie majeure d'entrée du toxique dans l'organisme surtout lorsqu'il y a port prolongé de vêtement contaminé. Ce fait a été régulièrement mentionné par plusieurs auteurs (Bunyan et al 1980; Lavy et al 1980; Newton et al 1981; Libich 1984) et nos résultats sur les masques le confirme. Le port des gants est une protection efficace, mais on ne doit pas négliger le fait que l'absorption cutanée au niveau de la peau des cuisses peut être plusieurs fois plus élevée qu'au niveau de la main (Akerblom et al, 1983). Le port de pantalon contaminé est un facteur important à considérer, incidemment c'est chez les travailleurs du groupe B qu'on note une faible propension à changer de vêtements.

d) Le plan de mélange est identifié comme un poste à risque. La remarque s'applique aux 2 groupes. Ce facteur semble même plus évident pour le groupe A où l'exposition est plus faible et les variations dûes à la manipulation des produits concentrés sont perceptibles (les figure 3 et tableau 6).

e) Le vent pourrait être un autre facteur qui favorise également le contact, de même que la circulation dans les zones immédiatement arrosées.

7. Évaluation clinique et biochimique.

Les travailleurs du groupe A ont subit une évaluation médicale par le Dr. M. Lizotte. Chaque employé a eu un bilan de santé avant de débuter son emploi et une fois les arrosages terminés.

L'examen médical est normal. Les analyses biochimiques réalisés parallèlement à l'examen médical révèlent peu d'écart par rapport aux valeurs normales si ce n'est une variation des enzymes hépatiques chez certains travailleurs (tableau 8). L'exposition étant faible, il est difficile d'attribuer ces augmentations au 2,4,5-T dans la mesure où les travailleurs 2 et 3 ont des valeurs parfaitement normales et que chez le travailleur 4 le GOT sérique est plus élevé avant l'exposition qu'après.

Les travailleurs du groupe B qui n'ont participé au programme que longtemps après le début des opérations, n'ont pas bénéficié d'une évaluation médicale.

8. Le problème TCDD.

La présence du TCDD n'a pas été évaluée étant donné que ce produit se trouve en quantité trop faible pour les techniques de mesure disponsibles. On peut cependant calculer la quan-

tité de TCDD disponible d'après la concentration en TCDD des produits utilisés. Or, d'après les analyses, sur les 6 échantillons de 2,4,5-T utilisés en 1983, 4 ne contiennent pas de TCDD, les 2 autres ont des taux de 4 et 8 µg/kg. Dans ces conditions, l'exposition au TCDD est infime.

CONCLUSION

Les données révèlent que le groupe A est soumis à une exposition faible. Le groupe B est, par contre, beaucoup plus exposé, leur condition de travail nécessite probablement des correctifs.

L'étude apporte des précisions sur:

1. L'importance des équipements de protection et de l'hygiène personnelle.

2. L'influence des postes de travail.

Il est à souhaiter que lors des planifications de pulvérisations, une attention particulière soit accordée à ces 2 facteurs afin d'apporter au travailleur le maximum de protection.

3. Nos résultats démontrent une bonne corrélation entre les taux sériques et urinaires. Sur la base de cette corrélation, l'exposition professionnelle au 2,4,5-T peut être évaluée par la surveillance biologique à partir des taux urinaires.

Références.

- Akerblom et al (1983).
  Studies of occupational exposure to phenoxy acid herbicides.
  Pest. Chem.: Human Welfare Environ. Proc. Int. Congr. Pub. 1983 4: 227-232. Pergamon Press.

- Anonyme (1983).
  Manuel de sécurité 2,4-D, 2,4,5-T.
  Ed. Gouvernement du Québec, MER.

- Baselt R.C. (1982).
  Disposition of toxic drugs and chemicals in man.
  Biomedical Publication Davis, California.

- Bovey R.W. et al (1980).
  The science of 2,4,5-T and associated phenoxy herbicides.
  Wiley-Intersciences Publication.

- Bunynan P.J. et al (1980).
  Safety implications of recent changes of herbicides. Use and methods of application.
  British Crop Protection Conference - Weeds, pp. 961-972.

- Gehring P.J. et al (1973).
  The fate of 2,4,5-T following oral administration to man.
  Tox. Appl. Pharmac. 26: 352-361.

- Kolmodin-Heldman B. et al (1980).
  Estimation of occupational exposure to phenoxy acid (2,4,-D, 2,4,5-T).
  Arch. Toxic. 4: 318-321.

- Kolmodin-Heldman B. et al (1980).
  Field application of phenoxy acid herbicides in field worker exposure during pesticide application.
  Ed. W.F. Fordoir.

Références (suite)

- Lavy T.L. et al (1980).
  Field worker exposure and helicopter spray pattern of 2,4,5-T.
  Bull. Envir. Contam. Toxic. 24: 90-96.

- Lavy T.L. et al (1983).
  Field studies monitoring worker exposure to pesticides.
  Pesticide formulations and application systems: second conference, ASTM STP.

- Lauwerys R. (1983).
  Industrial chemical exposure: guideline for biological monitoring.
  Biomedical Publications Davis, California.

- Libich S. et al (1984).
  Occupational exposure of herbicides applicator to herbicides used along electric power transmission line right of way.
  Am. Ind. Hyg. Ass. J. 45: 56-62.

- Newton M. (1981).
  Potential exposure of human to 2,4,5-T and TCDD in the oregan coast ranges.
  Fund Appl. Tox. 1: 339-346.

- Norris L.A. (1981).
  Bioaccumulation of phenoxy herbicide.
  Residue Review 80: 66-127.

- USDA-States-EPA (Feb. 1979).
  The biological and economic assessment of 2,4,5-T.

- Wagner S.L. (1983).
  Phenoxy herbicides in clinical toxicology of agricultural chemicals. pp. 139-153.

TABLEAUX

Période		Travailleurs				
		1	2	3	4	5
2,4,5-T sérique avant l'exposition		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
fin de l'exposition de 6 jrs		0.03	0.04	0.04	<0.02	<0.02
4 jours après l'arrêt de l'exposition		<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
dernier jour d'exposition	matin	0.02	0.02	0.02	<0.02	<0.02
	soir	0.04	0.02	0.02	<0.02	<0.02

TABLEAU 1

2,4,5,-T sérique des travailleurs du groupe A
Concentration en mg/L

Période	Travailleurs à l'emploi du M.E.R.		Contractuels	
	P.L.	M.N.	P.S.	L.L.
Fin de l'épandage (soir)	<0.02	0.10	0.38	0.22
Le lendemain matin	<0.02	0.09	0.25	0.20

TABLEAU 2

2,4,5-T sérique des travailleurs du groupe B
Concentration en mg/L

	Valeur sériques maximales	Quantité approximative en mg/kg
Travailleurs groupe A	0.04 mg/L	0.003 mg/kg
M.N.	0.1 mg/L	0.008 mg/kg
P.S.	0.38 mg/L	0.03 mg/kg
L.L.	0.22 mg/L	0.02 mg/kg

TABLEAU 3

Doses correspondant aux taux plasmatiques ou sériques
(selon l'approximation de Gehring)

TABLEAU 4.1

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 1

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat. (mg/g CR)	quantité (microgrammes)
1983/07/22	*	n.c.	n.c.	--
1983/07/29	4:05	0.19	0.08	44
1983/07/29	10:25	0.18	0.14	25
1983/07/29	13:10	0.16	0.11	33
1983/07/29	17:37	0.21	0.10	40
1983/07/29	21:16	0.26	0.12	55
1983/07/30	4:00	0.26	0.11	47
1983/07/30	6:50	0.23	0.12	29
1983/07/30	11:40	0.27	0.16	49
1983/07/30	13:15	0.15	0.17	26
1983/07/30	15:25	0.13	0.13	30
1983/07/30	17:40	0.05	0.10	9
1983/07/30	20:30	0.12	0.06	25
1983/07/31	3:45	0.07	0.05	22
1983/07/31	6:25	0.09	0.06	21
1983/07/31	8:36	0.14	0.07	17
1983/07/31	11:33	0.15	0.12	41
1983/07/31	13:05	0.06	0.10	21
1983/07/31	20:50	0.13	0.07	32
1983/08/01	5:15	0.14	0.09	57
1983/08/01	11:25	0.19	0.08	39
1983/08/01	15:20	0.22	0.10	20
1983/08/01	17:44	0.11	0.09	26
1983/08/01	18:50	0.04	0.08	10
1983/08/01	21:13	0.07	0.08	22
1983/08/02	4:05	0.05	0.03	15
1983/08/02	5:30	0.09	0.09	28
1983/08/02	10:15	0.17	0.09	17
1983/08/02	14:00	0.11	0.11	41
1983/08/02	16:05	0.07	0.14	26
1983/08/02	20:45	0.25	0.09	48
1983/08/03	4:15	0.25	0.10	51
1983/08/03	9:10	0.26	0.10	52
1983/08/03	14:45	0.07	0.09	15
1983/08/03	15:30	0.26	0.11	48
1983/08/03	20:45	0.26	0.14	57

TABLEAU 4.1 suite

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 1

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat. (mg/g CR)		quantité (microgrammes)
1983/08/04	4:20	0.06	0.07		38
1983/08/04	8:40	0.27	0.12		57
1983/08/04	13:00	0.22	0.12		40
1983/08/04	14:20	0.27	0.14		20
1983/08/04	16:50	0.13	0.09		23
1983/08/04	22:00	0.21	0.08		34
1983/08/05	*	0.22	0.08	]	43
1983/08/06	*	0.16	0.08		88
1983/08/07	*	0.09	0.05		77
1983/08/10	4:05	0.09	0.08		40
1983/08/10	8:45	0.13	0.07		5
1983/08/10	11:30	0.10	0.09		12
1983/08/10	13:13	0.08	0.09		25
1983/08/10	19:45	0.12	0.09		37
1983/08/23	8:05	0.19	0.16		52
1983/08/23	10:05	0.18	0.18		41
1983/08/23	13:10	0.08	0.13		21
1983/08/23	15:35	0.10	0.20		46
1983/08/23	18:50	0.14	0.18		38
1983/08/23	20:05	0.16	0.18		42
1983/08/24	4:15	0.14	0.14		85
1983/08/24	7:15	0.15	0.15		29

excrétion totale : 2128

N.B. * indique urine de 24 heures ou plusieurs mictions consécutives

TABLEAU 4.2

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 2

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat (mg/g CR)	quantité (microgrammes)
1983/07/22	*	n.d.	n.d.	--
1983/07/29	9:20	0.11	0.09	35
1983/07/29	12:05	0.15	0.12	38
1983/07/29	15:46	0.07	0.12	27
1983/07/29	19:50	0.19	0.09	31
1983/07/29	21:05	0.16	0.09	18
1983/07/30	4:15	0.06	0.12	45
1983/07/30	15:15	0.05	0.10	13
1983/07/30	17:51	0.14	0.09	10
1983/07/30	21:30	0.14	0.07	34
1983/07/31	4:10	0.14	0.07	50
1983/07/31	6:25	0.07	0.08	16
1983/07/31	8:37	0.11	0.09	20
1983/07/31	13:03	0.17	0.09	30
1983/07/31	16:15	0.08	0.09	31
1983/07/31	19:55	0.11	0.07	25
1983/07/31	20:52	0.09	0.08	8
1983/08/01	5:20	0.11	0.11	57
1983/08/01	8:40	0.07	0.10	17
1983/08/01	11:25	0.10	0.09	26
1983/08/01	16:06	0.20	0.13	48
1983/08/01	19:30	0.10	0.09	20
1983/08/01	20:30	0.07	0.04	11
1983/08/01	21:15	0.14	0.11	19
1983/08/02	6:10	0.05	0.13	20
1983/08/02	8:00	0.10	0.14	24
1983/08/02	10:00	0.17	0.13	28
1983/08/02	14:00	0.25	0.18	60
1983/08/02	19:00	0.35	0.16	46
1983/08/02	22:00	0.28	0.13	32
1983/08/03	3:55	0.13	0.14	63
1983/08/03	4:25	0.17	0.14	22
1983/08/03	8:30	0.09	0.13	27
1983/08/03	9:50	0.17	0.14	22
1983/08/03	14:00	0.28	0.15	22
1983/08/03	15:20	0.33	0.17	35

TABLEAU 4.2 suite

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE 1983-11-07

travailleur : no. 2

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat. (mg/g CR)		quantité (microgrammes)
1983/08/03	21:30	0.23	0.13		55
1983/08/04	4:15	0.15	0.11		56
1983/08/04	8:30	0.05	0.13		16
1983/08/04	13:00	0.16	0.12		23
1983/08/04	14:00	0.17	0.09		19
1983/08/04	21:30	0.11	0.10		18
1983/08/05	*	0.11	0.08	]	46
1983/08/06	*	0.13	0.07		95
1983/08/07	*	0.05	0.05		97
1983/08/10	3:30	0.09	0.11		19
1983/08/10	5:20	0.11	0.12		59
1983/08/10	11:30	0.09	0.13		37
1983/08/10	15:25	0.11	0.14		19
1983/08/10	19:30	0.14	0.10		32
1983/08/23	10:05	0.09	0.15		26
1983/08/23	16:35	0.15	0.17		50
1983/08/23	20:15	0.16	0.11		34
1983/08/24	4:15	0.16	0.13	]	15
1983/08/24	6:45	0.04	0.13		14

excrétion totale : 196]

N.B. * indique urine de 24 heures ou plusieurs mictions consécutives

TABLEAU 4.3

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 3

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat. (mg/g CR)	quantité (microgrammes)
1983/07/22	*	n.d.	n.d.	--
1983/07/29	4:00	0.11	0.06	35
1983/07/29	7:55	0.11	0.07	19
1983/07/29	10:35	0.09	0.08	15
1983/07/29	12:45	0.12	0.10	25
1983/07/29	17:37	0.16	0.11	26
1983/07/29	21:03	0.16	0.11	29
1983/07/30	4:00	0.15	0.06	30
1983/07/30	6:45	0.10	0.08	17
1983/07/30	11:35	0.14	0.12	34
1983/07/30	15:25	0.18	0.16	40
1983/07/30	17:46	0.15	0.15	23
1983/07/30	20:30	0.15	0.09	26
1983/07/30	22:30	0.13	0.10	16
1983/07/31	4:15	0.13	0.07	29
1983/07/31	5:30	0.13	0.16	29
1983/07/31	8:35	0.09	0.10	14
1983/07/31	11:11	0.13	0.14	29
1983/07/31	13:00	0.06	0.12	16
1983/07/31	17:00	0.10	0.08	20
1983/07/31	19:55	0.12	0.07	17
1983/08/01	4:00	0.13	0.08	41
1983/08/01	8:30	0.11	0.11	13
1983/08/01	11:30	0.10	0.11	20
1983/08/01	13:50	0.16	0.12	22
1983/08/01	16:10	0.20	0.13	23
1983/08/01	19:30	0.18	0.09	24
1983/08/01	23:00	0.16	0.10	25
1983/08/02	3:50	0.11	0.11	30
1983/08/02	5:50	0.16	0.11	16
1983/08/02	9:00	0.15	0.13	29
1983/08/02	14:00	0.12	0.15	47
1983/08/02	16:08	0.18	0.16	20
1983/08/02	20:05	0.20	0.13	32
1983/08/02	22:25	0.18	0.09	22
1983/08/03	3:45	0.19	0.11	39

TABLEAU 4.3 suite

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPUSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE 1983-11-07

travailleur : no. 3

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat (mg/g Ck)		quantité (microgrammes)
1983/08/03	6:45	0.18	0.14		33
1983/08/03	9:50	0.15	0.13		25
1983/08/03	11:15	0.19	0.21		27
1983/08/03	15:20	0.15	0.14		18
1983/08/03	21:30	0.22	0.15		55
1983/08/04	8:50	0.21	0.19		21
1983/08/04	14:00	0.18	0.14		30
1983/08/04	17:30	0.20	0.14		45
1983/08/04	21:00	0.21	0.09		24
1983/08/05	*	0.16	0.08	]	06
1983/08/06	*	0.16	0.09	]	47
1983/08/07	*	0.08	0.07		85
1983/08/10	4:00	0.12	0.12		41
1983/08/10	8:45	0.13	0.16		20
1983/08/10	11:30	0.06	0.12		14
1983/08/10	13:00	0.08	0.16		17
1983/08/10	17:00	0.09	0.11		21
1983/08/10	19:00	0.09	0.09		15
1983/08/10	21:15	0.12	0.09		18
1983/08/23	6:45	0.11	0.14		22
1983/08/23	12:55	0.25	0.63	]	11
1983/08/23	15:25	0.09	0.13		21
1983/08/23	20:05	0.22	0.14		43
1983/08/24	4:20	0.19	0.11		57
1983/08/24	7:45	0.13	0.14		18

excrétion totale : 1921

N.B. * indique urine de 24 heures ou plusieurs mictions consécutives

TABLEAU 4.4

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE 1983-11-07

travailleur : no. 4

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat. (mg/g CR)	quantité (microgrammes)
1983/07/22	*	n.d.	n.d.	--
1983/07/29	4:10	0.06	0.03	16
1983/07/29	12:55	0.05	0.03	20
1983/07/29	21:10	0.07	0.03	22
1983/07/30	4:15	0.04	0.03	13
1983/07/30	11:46	0.05	0.03	20
1983/07/30	21:30	0.06	0.04	29
1983/07/31	4:25	0.05	0.03	12
1983/07/31	13:08	0.04	0.03	18
1983/07/31	20:58	0.07	0.03	20
1983/08/01	9:30	0.07	0.04	30
1983/08/01	20:50	0.06	0.04	38
1983/08/02	4:15	0.07	0.09	37
1983/08/02	8:50	0.03	0.02	10
1983/08/02	16:50	0.04	0.02	15
1983/08/03	4:15	0.04	0.03	21
1983/08/03	12:50	0.06	0.03	16
1983/08/04	8:40	0.09	0.04	64
1983/08/04	21:50	0.06	0.03	26
1983/08/05	*	0.05	0.03	53
1983/08/06	*	0.03	0.03	58
1983/08/07	*	n.d.	n.d.	--
1983/08/10	5:15	0.14	0.07	32
1983/08/10	11:20	0.10	0.07	37
1983/08/10	19:45	0.09	0.06	35
1983/08/23	13:15	0.09	0.06	39
1983/08/23	20:50	0.10	0.06	41
1983/08/24	4:31	0.05	0.06	31

excrétion totale : 755

N.B. * indique urine de 24 heures ou plusieurs mictions consécutives

TABLEAU 4.5

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 5

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire corrigé créat (mg/g CR)		quantité (microgrammes)
1983/07/22	*	n.d.	n.d.		--
1983/07/29	1:05	0.10	0.06		35
1983/07/29	4:05	0.13	0.06		29
1983/07/29	9:30	0.13	0.06		27
1983/07/29	20:55	0.11	0.05		19
1983/07/30	4:05	0.11	0.06		34
1983/07/30	10:30	0.13	0.06		30
1983/07/30	15:00	0.06	0.05		20
1983/07/30	17:05	0.02	0.05		7
1983/07/30	18:30	0.02	0.03		5
1983/07/30	21:22	0.06	0.03		11
1983/07/31	3:50	0.06	0.04		25
1983/07/31	8:35	0.07	0.04		18
1983/07/31	14:20	0.07	0.05		25
1983/07/31	17:13	0.07	0.05		9
1983/07/31	20:55	0.09	0.04		15
1983/08/01	4:00	0.08	0.05		30
1983/08/01	9:30	0.08	0.06		34
1983/08/01	15:45	0.04	0.04		18
1983/08/02	3:45	0.05	0.05		25
1983/08/02	7:15	0.07	0.04		12
1983/08/02	12:30	0.08	0.05		26
1983/08/02	17:05	0.08	0 06		13
1983/08/02	20:30	0.08	0.04		14
1983/08/03	3:40	0.09	0.06		30
1983/08/03	9:15	0.09	0.04		20
1983/08/03	15:45	0.13	0.05		27
1983/08/03	21:45	0.12	0 05		31
1983/08/04	8:55	0.13	0.07		58
1983/08/04	12:20	0.14	0.08		20
1983/08/04	14:00	0.10	0.06		15
1983/08/04	21:45	0.11	0.06		31
1983/08/05	*	0.12	0.08		96
1983/08/06	*	0.11	0.06		85
1983/08/07	*	0.08	0.05		83
1983/08/10	3:45	0.23	0.21	1	32

TABLEAU 4.5 suite

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE 1983-11-07

travailleur : no. 5

date	heure	teux urinaire brut (mg/l)	teux urinaire corrigé créat. (mg/g Ck)	quantité (microgrammes)
1983/08/10	9:20	0.11	0.07	24
1983/08/10	11:20	0.07	0.08	17
1983/08/10	14:25	0.07	0.06	15
1983/08/10	17:10	0.07	0.08	13
1983/08/10	19:45	0.08	0.06	19
1983/08/23	9:00	0.07	0.04	14
1983/08/23	12:00	0.08	0.08	20
1983/08/23	19:50	0.08	0.04	12
1983/08/23	21:00	0.08	0.04	12
1983/08/24	4:29	0.07	0.05	29

excrétion totale : 1286

N.B. * indique urine de 24 heures ou plusieurs mictions consécutives

TABLEAU 4.6

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE 1983-11-07

Travailleur : no. 6

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire c.creat (mg/g CR)	qté. (micro-g
1983/08/30	20:30	0.26	0.26	68
1983/08/30	22:30	0.27	0.23	54
1983/08/31	3:30	0.10	0.17	69
1983/08/31	7:50	0.35	0.19	84
1983/08/31	12:40	0.12	0.20	55
1983/08/31	17:30	0.27	0.27	86
1983/08/31	19:55	0.22	0.31	117

excrétion totale : 532

TABLEAU 4.7

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES: DOSAGE DU 2,4,5-T URINAIRE

1983-11-07

travailleur : no. 7

date	heure	taux urinaire brut (mg/l)	taux urinaire c.creat (mg/g CR)	qté. (micro-g
1983/08/30	20:25	0.06	0.10	21
1983/08/30	22:30	0.10	0.10	22
1983/08/31	3:12	0.06	0.10	35
1983/08/31	7:43	0.15	0.11	47
1983/08/31	12:40	0.17	0.11	59
1983/08/31	17:00	0.16	0.15	35
1983/08/31	18:20	0.06	0.12	17

excrétion totale : 234

Travailleur	Excrétion par heure					
	29/7	30/7	31/7	01/8	02/8	03/8
1. signaleur et mélange	8.2	8.9	6.4	7.2	7.3	9.3
2. signaleur et mélange	6.2	4.2	7.5	8.2	8.7	10
3. superviseur et mélange	6.2	7.7	6.4	7	8.1	8.2
4. au canon technoma	2.4	2.6	2.1	2.8	2.6	1.5
5. au boom jet	4.6	4.4	3.8	3.4	3.7	4.5

TABLEAU 5

Excrétion horaire des travailleurs du groupe A
Les résultats sont exprimés en µg/heure

Travailleur Groupes A et A'	Excrétion par 24 heures							Moyenne
	29/7	30/7	31/7	01/8	02/8	03/8		
1	197	215	154	174	175	223		189
2	149	102	180	198	210	246		180
3	149	186	154	168	196	197		175
4	58	62	50	68	62	37		56
5	110	107	92	82	90	108		98
6							533	533
7							236	236
Groupe B								
P.L.							44	44
M.N.							1033	1033
P.S.							3667 3242	3454
L.L.							3670 3147	3408

TABLEAU 6

Excrétion cumulée journalière de tous les travailleurs
Les résultats sont exprimés en µg

Travailleur Groupes A et A'	Charge corporelle moyenne (mg)	Dose absorbée mg/kg	Coefficient de sécurité		
			20 mg/kg	3 mg/kg	0.1 mg/kg
1	0.378	0.0046	4,350	652	22
2	0.36	0.005	4,000	600	20
3	0.35	0.0057	3,509	526	17
4	0.112	0.0015	13,300	2,000	66
5	0.196	0.0025	8,000	1,200	40
6	1.066	0.015	1,333	200	6
7	0.472	0.0067	3,000	450	15
Groupe B					
P.L.	0.088	0.0014	14,300	2,100	71
M.N.	2.066	0.0258	775	116	3.9
P.S.	6.9	0.0985	200	30	1
L.L.	6.8	0.0809	247	37	1.2

TABLEAU 7

Charge corporelle et coefficient de sécurité

20 mg/kg: dose maximale sans effet tératogène chez l'animal (EPA, 1979)

3 mg/kg: dose chronique sans effet (Wagner, 1983)

0.1 mg/kg: (ADI), dose journalière acceptable (Bovey)

N.B.: **pour les travailleurs 6 et 7, les doses sont calculées à partir de 70 kg.**

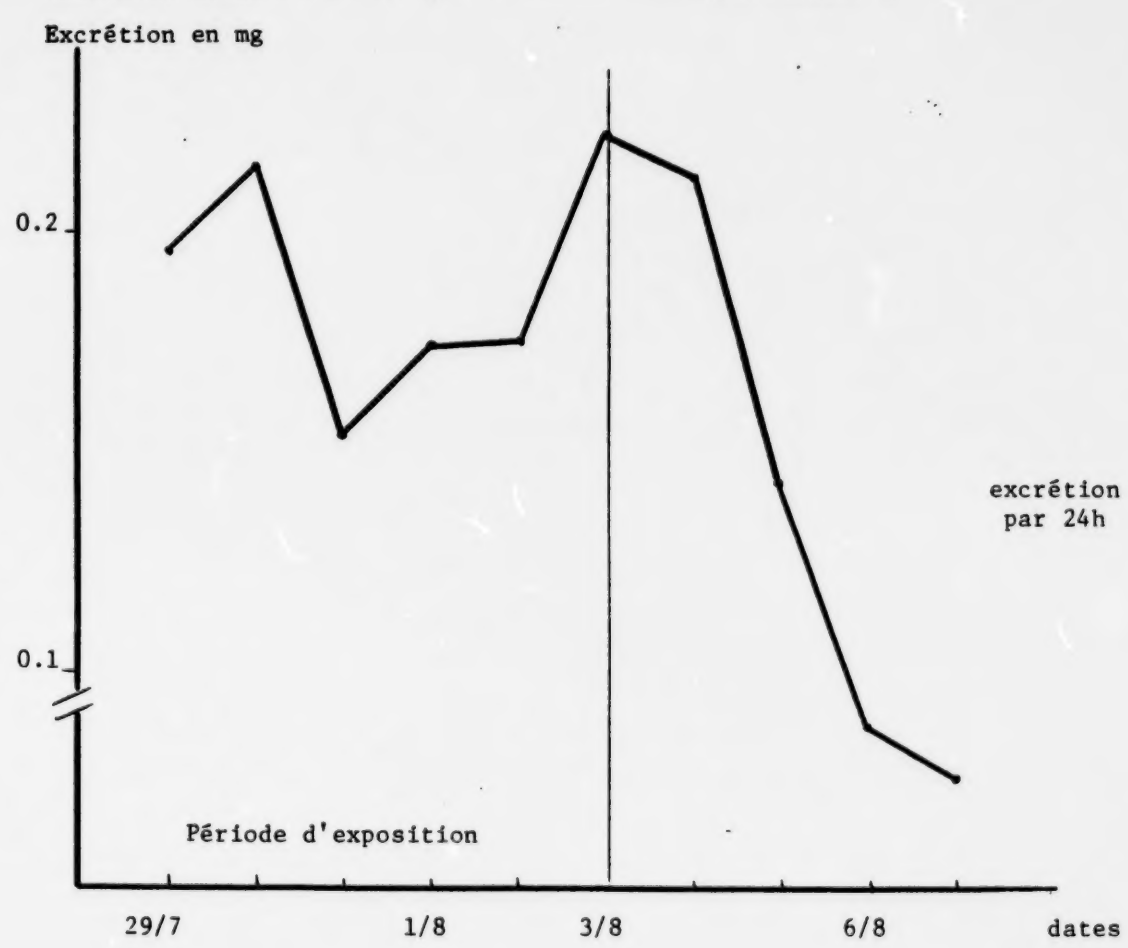
Travailleur	Date	ALT (GPT) 0 - 30 µ/L	AST (GOT) 0 - 24 µ/L
1	9/9	59	
4	22/7	96	79
	28/8	104	53
	8/8	51	33
	9/9	83	47
5	9/9	80	30

TABLEAU 8

Tests enzymatiques anormaux chez 3 travailleurs du groupe A

FIGURES

Figure 1.1


Excrétion urinaire de 2, 4, 5 T ----------Travailleur 1
Excrétion en mg
0.2
0.1
excrétion
par 24h
Période d'exposition
29/7
1/8
3/8
6/8
dates

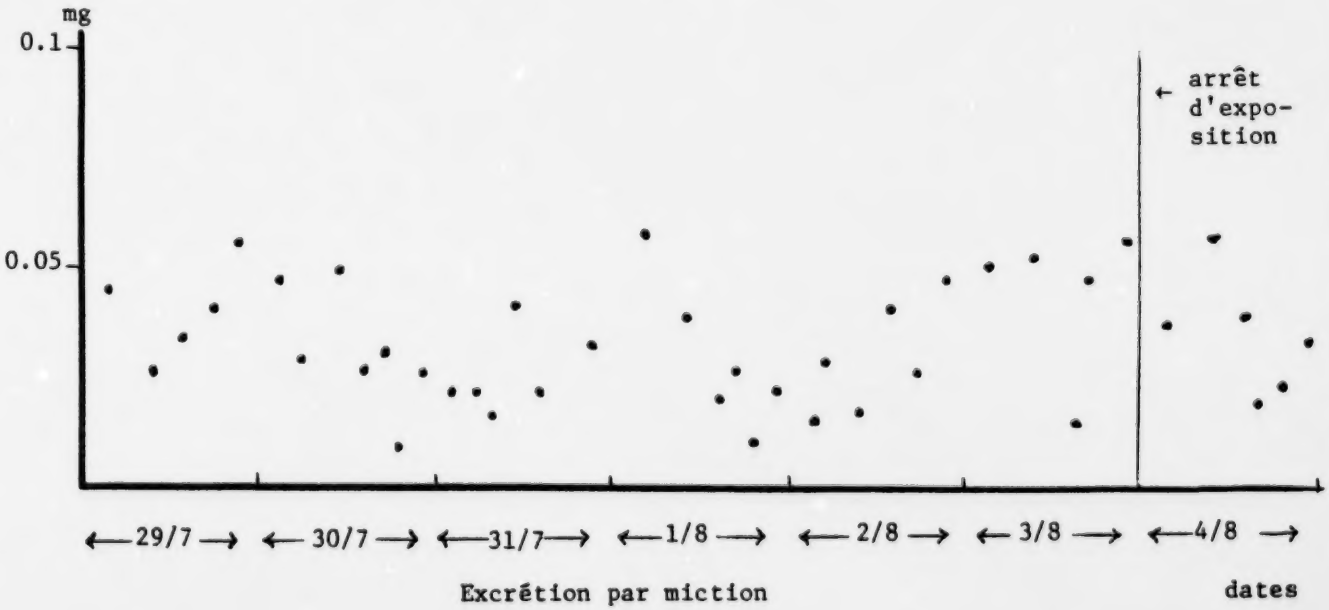

mg
0.1
0.05
← arrêt
d'expo-
sition
←29/7→ ←30/7→ ←31/7→ ←1/8→ ←2/8→ ←3/8→ ←4/8→
Excrétion par miction
dates

Figure 1.2

Excrétion urinaire de 2, 4, 5 T ----------Travailleur 2

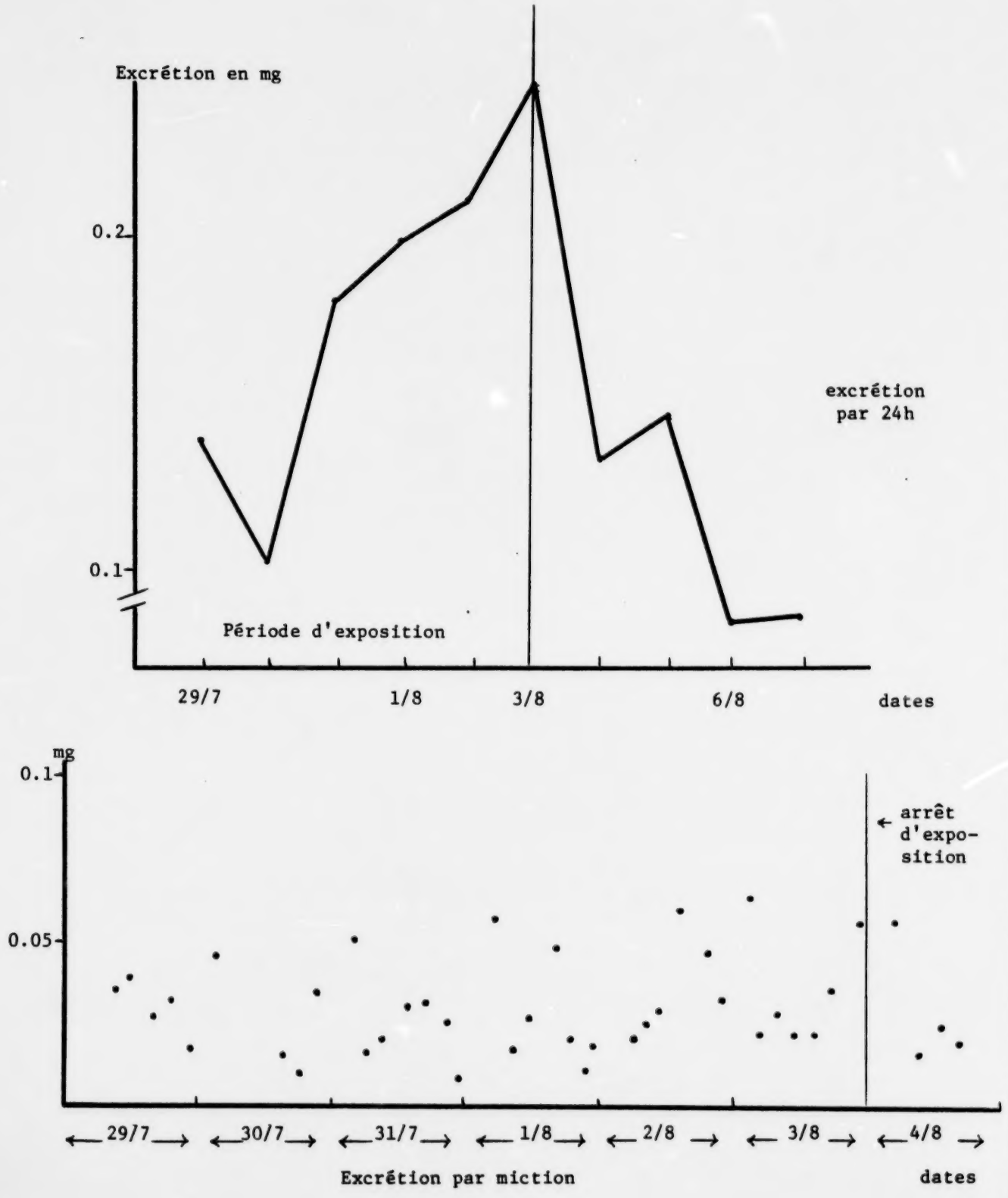
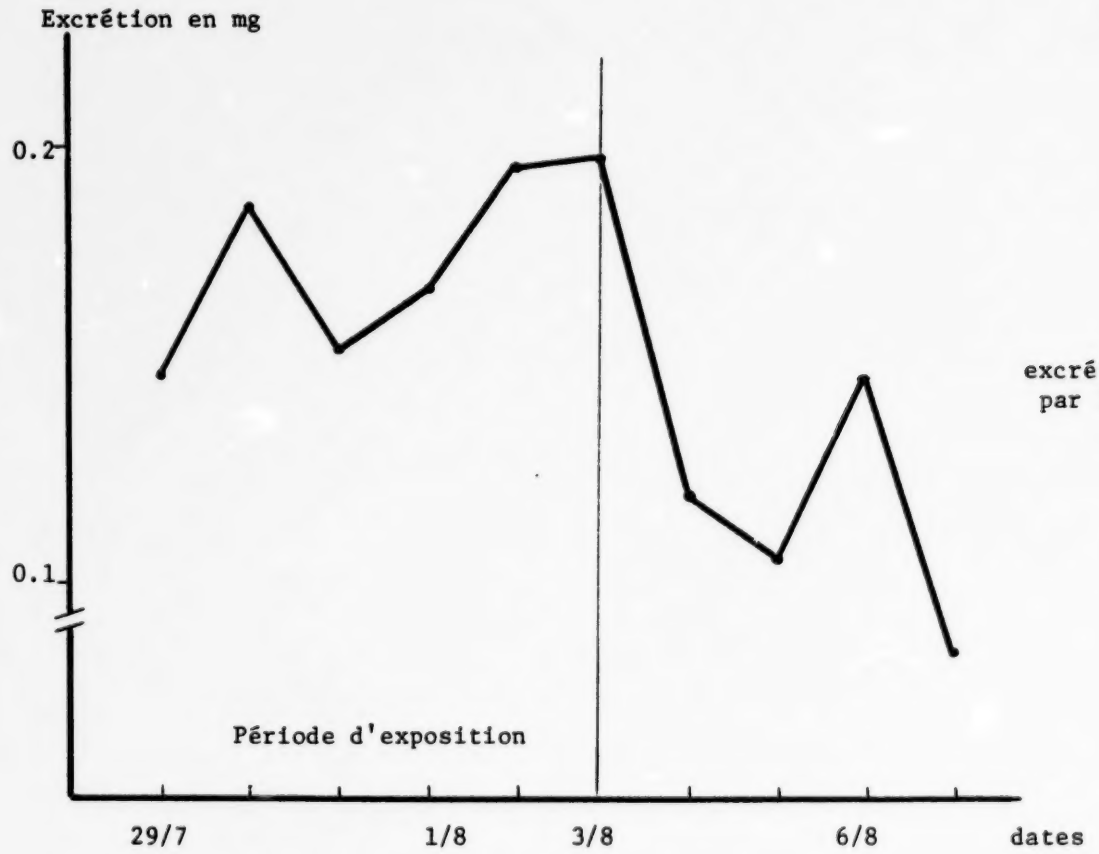


Figure 1.3

Excrétion urinaire de 2, 4, 5 T ----------Travailleur 3



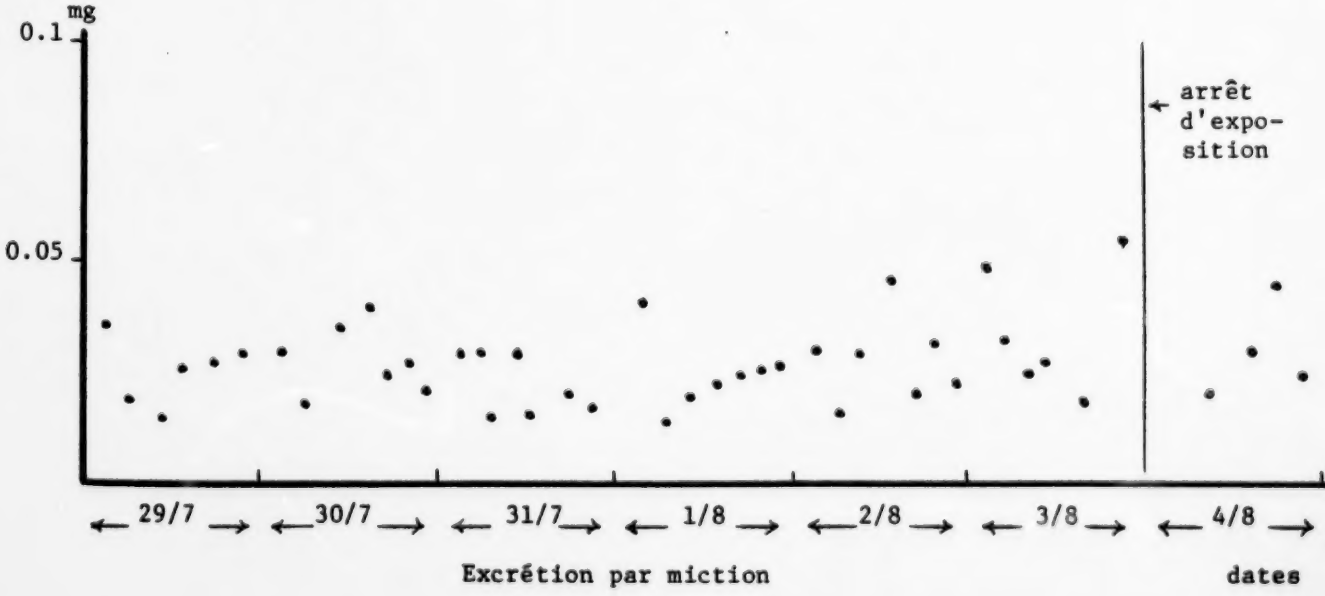
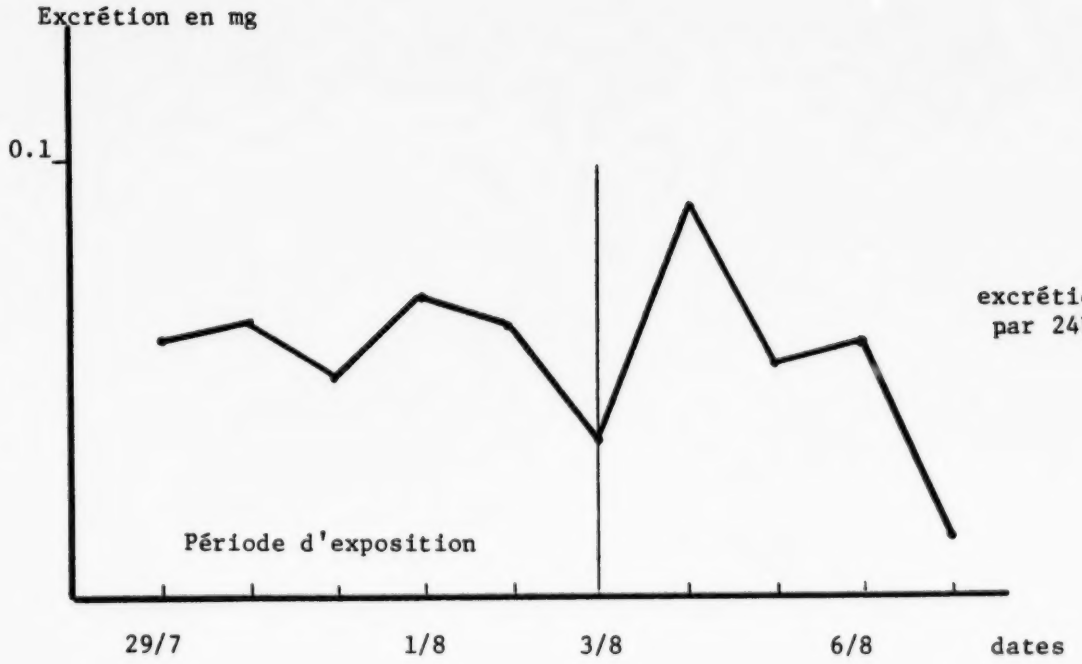


Figure 1.4

Excrétion urinaire de 2, 4, 5 T ----------Travailleur 4



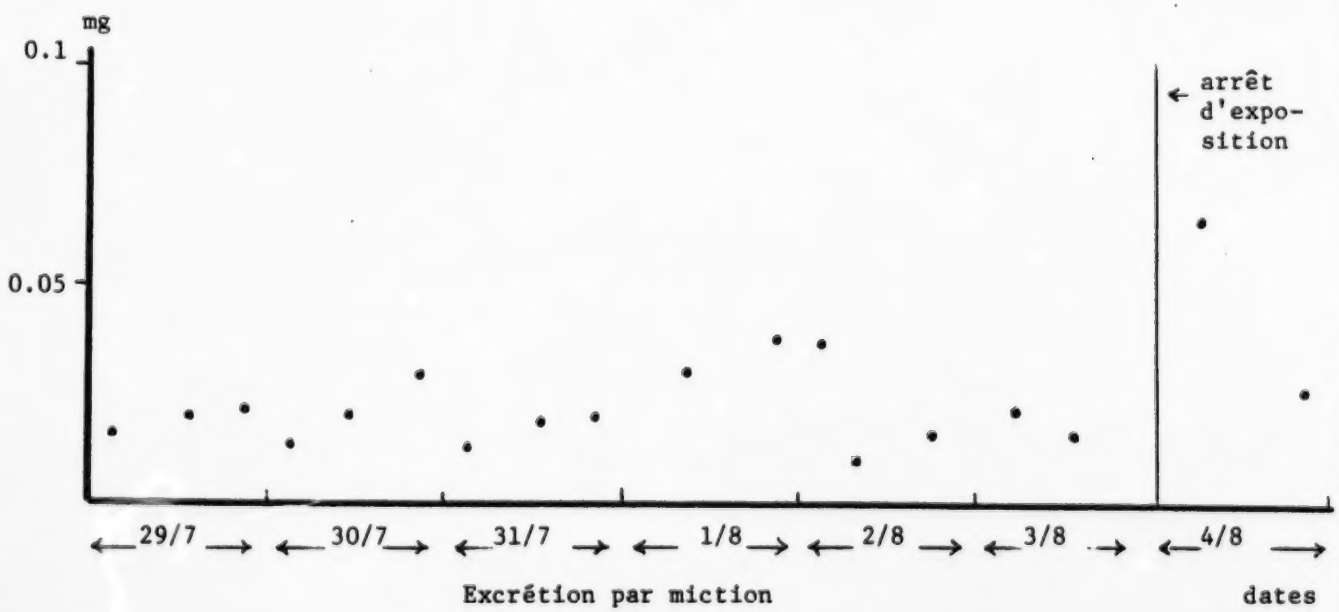
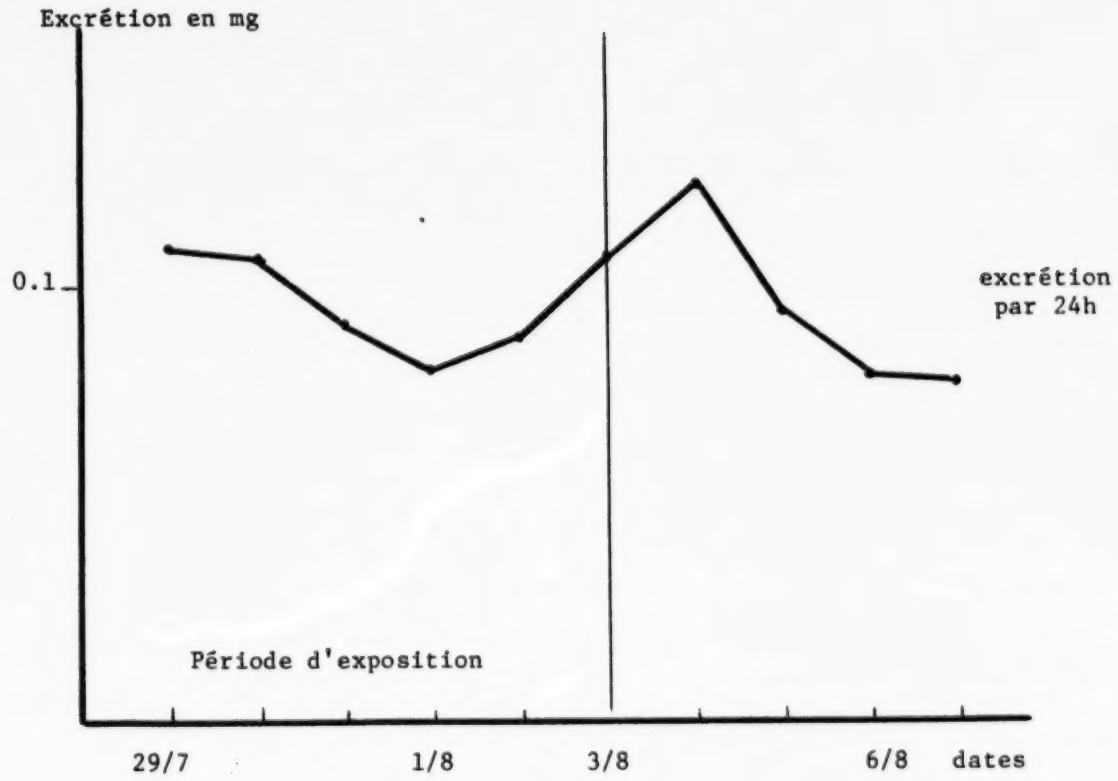


Figure 1.5

Excrétion urinaire de 2, 4, 5 T ----------Travailleur 5



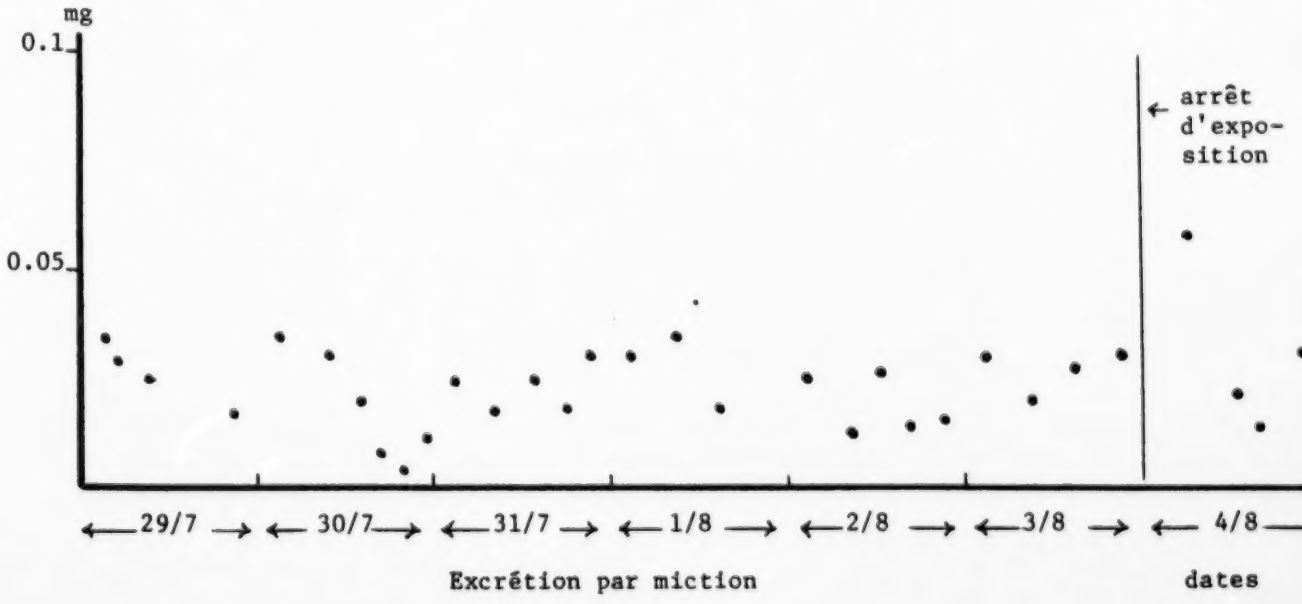


FIGURE 2

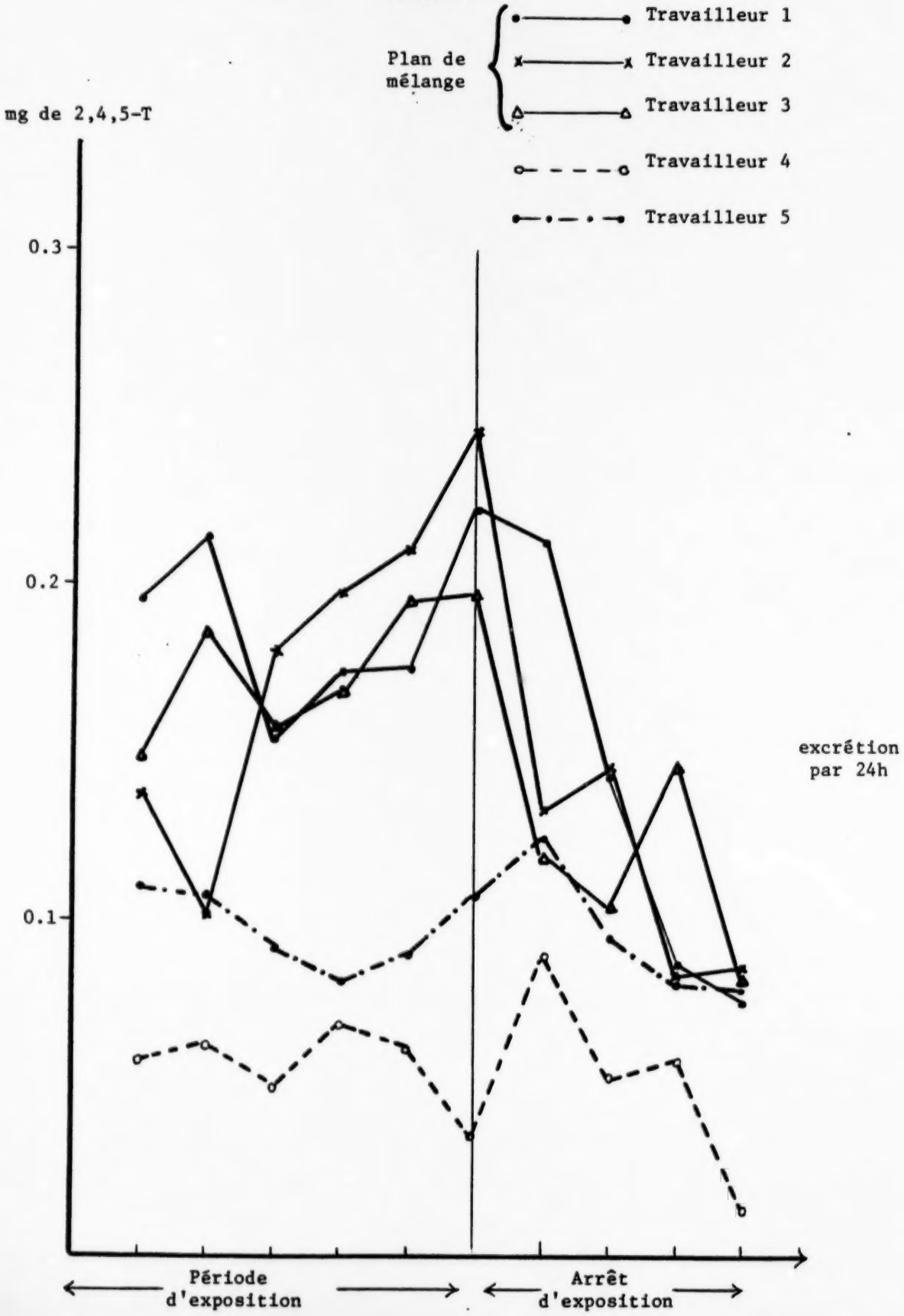

Plan de mélange
Travailleur 1
Travailleur 2
Travailleur 3
Travailleur 4
Travailleur 5
mg de 2,4,5-T
0.3
0.2
0.1
excrétion par 24h
Période d'exposition
Arrêt d'exposition

FIGURE 3

EXCRETION APRES UNE EXPOSITION SELON LAVY ET AL (1983)

LAVY ET AL ON WORKER EXPOSURE TO PESTICIDES

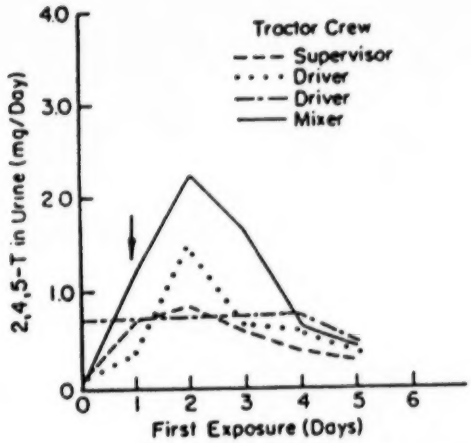
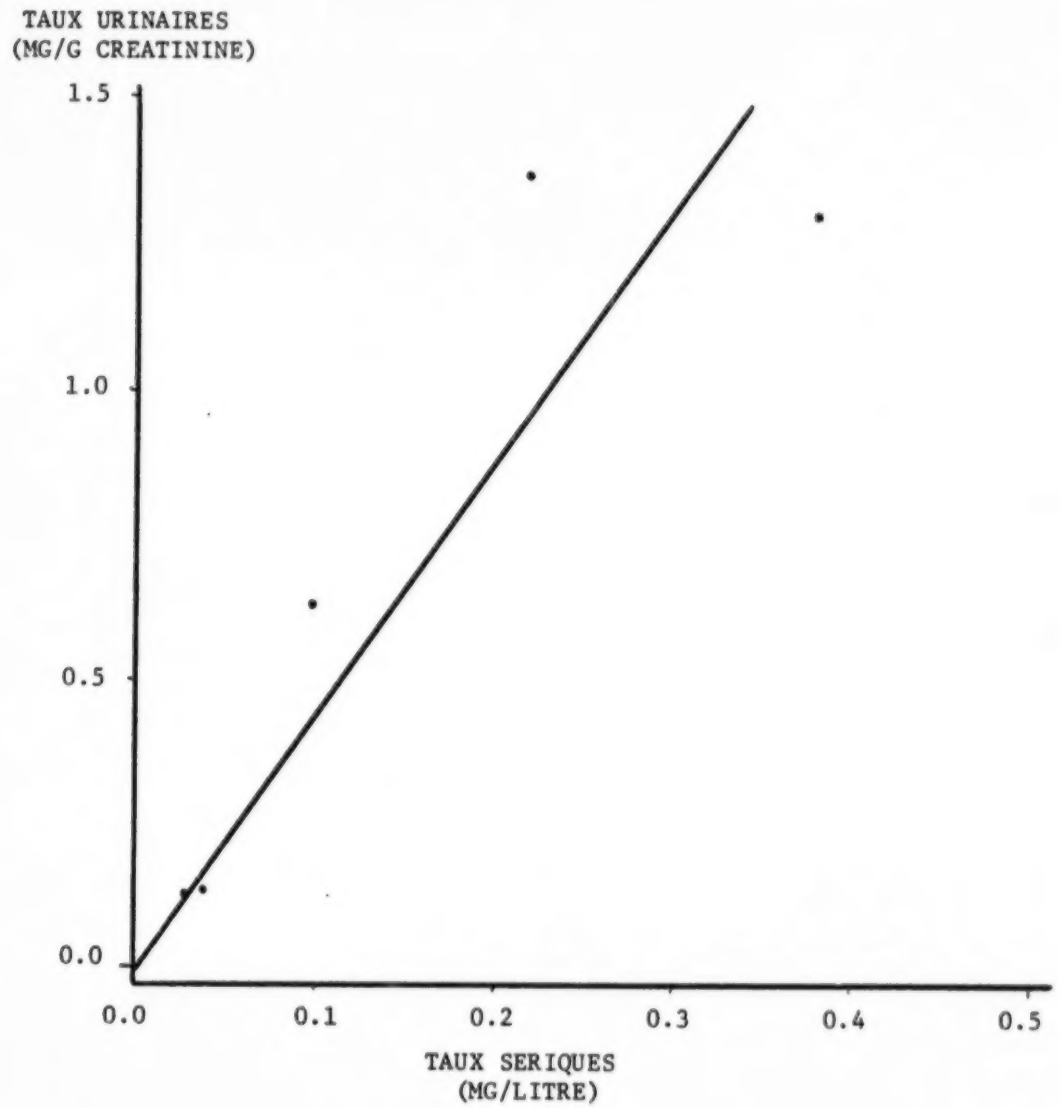


FIG. 1—*Pattern of 2,4,5-T excreted in urine of the tractor crew members. The arrow indicates the day of application* [5].

FIGURE 4

TRAVAILLEURS EXPOSES AU 2,4,5-T

CORRELATION ENTRE LES TAUX SERIQUES ET URINAIRES



PENTE = 3.76 OAO = 0.138

R = 0.897 ERR = 0.315

ANNEXES

ANNEXE I

Centre de Toxicologie du Québec

DOSAGE DU 2,4,5-T DANS LE SERUM

PRINCIPE: Les esters possiblement présents sont transformés en acide par hydrolyse en milieu basique. L'acide est ensuite méthylé par le trifluorure de bore dans le méthanol. L'ester méthylique ainsi formé est dosé par capture électronique.

DOMAINE D'APPLICATION: Acide 2,4,5 trichlorophénoxyacétique total (y compris esters) dans le sérum.

LIMITE DE DETECTION: 0.02 µg/ml (échantillon de 2 ml).

RESUME DE LA METHODE:

1) PREMIERE EXTRACTION

- Ajouter le standard interne (2,4 DB) à l'échantillon de sérum. Acidifier avec HCl à pH < 2. Extraire dans l'éther anhydre. Centrifuger et transférer la phase organique dans un ballon contenant du NaOH à 10%. Evaporer l'éther sous vide et porter à reflux la solution aqueuse pendant une heure.

2) DEUXIEME EXTRACTION

- Laver au chlorure de méthylène la phase aqueuse refroidie et diluée;
- Acidifier à pH < 2 avec HCl puis extraire le 2,4,5-T avec du chlorure de méthylène. Décanter la phase organique et sécher au sulfate de sodium anhydre. Répéter l'extraction deux autres fois.

3) METHYLATION

- Amener à sec. Reprendre dans le méthanol et méthyler avec le trifluorure de bore.

4) DOSAGE

- Doser par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture électronique.

Laboratoire de toxicologie
le 24 janvier 1984

Le Centre Hospitalier de l'Université Laval - 2705, boul. Laurier, Québec, Qué. G1V 4G2
TÉL.: (418) 656-8226, (418) 656-8092 (laboratoire)

ANNEXE II

Centre de Toxicologie du Québec

DOSAGE DU 2,4,5-T DANS L'URINE

PRINCIPE: Le 2,4,5-T qui peut être partiellement conjugué avec le glucuronide et le sulfate dans l'urine est libéré par une hydrolyse en milieu acide. Le 2,4,5-T (acide) est ensuite méthylé par le trifluorure de bore dans le méthanol. L'ester méthylique ainsi formé est dosé par capture électronique.

DOMAINE D'APPLICATION: Acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique total dans l'urine.

LIMITE DE DETECTION: 0.02 µg/ml pour un échantillon de 2 ml.

RESUME DE LA METHODE:

1) HYDROLYSE ACIDE (LIBERATION DU 2,4,5-T CONJUGUE

- Ajouter le standard interne (2,4-DB) à l'échantillon d'urine;
- Acidifier avec HCl et chauffer à 80°C (pendant 1 heure).

2) EXTRACTION ET NETTOYAGE

- Extraire dans le chlorure de méthylène;
- Laver la phase organique avec HCl dilué;
- Evaporer à sec.

3) METHYLATION

- Reprendre avec 5 ml de méthanol;
- Méthyler avec le trifluorure de bore;
- Extraire dans l'hexane.

4) DOSAGE

- Doser par chromatographie en phase gazeuse avec détection par capture électronique.

Laboratoire de toxicologie
le 24 janvier 1984.

ANNEXE III

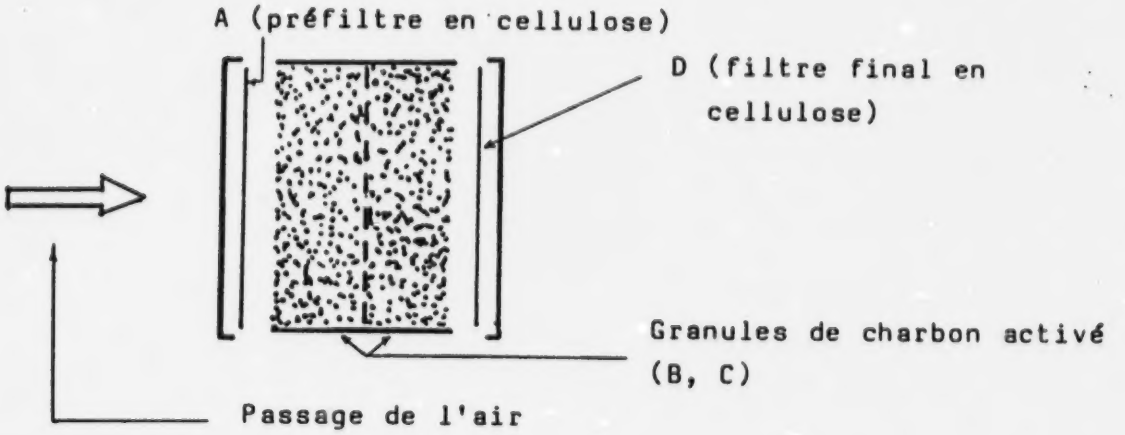
Centre de Toxicologie du Québec

Évaluation du 2,4,5-T dans les masques respiratoires

But: Déterminer l'efficacité et l'utilité des masques respiratoires utilisés par les travailleurs exposés au 2,4,5-T (octyl et ester).

Protocole.

Le filtre est divisé en 3 sections tel qu'illustré ci-dessous:



Dans un premier temps on détermine la quantité de 2,4,5-T contenue dans les sections A et D du filtre. On peut rencontrer trois situations:

1. Taux bas dans A et D → pas d'exposition.
2. Taux élevé dans A, bas dans D → exposition, filtre efficace.
3. Taux élevé dans A et D → exposition, possibilité de contamination dans D.

Le Centre Hospitalier de l'Université Laval - 2705, boul. Laurier, Québec, Qué. G1V 4G2
TÉL.: (418) 656-8326 (418) 656-8092 (laboratoire)

N.B.: Il est à noter que le processus d'analyse est plus compliqué dans le cas du charbon de bois car le 2,4,5-T y est adsorbé fortement, ce qui nécessite une extraction par Soxhlet d'une durée de 6 heures. C'est pourquoi les analyses sont effectuées dans les filtres en cellulose en premier lieu.

Dans le premier cas, il n'y a pas lieu de mesurer le 2,4,5-T dans le charbon. Dans le second, le filtre est efficace, il peut cependant être intéressant de connaître la quantité de 2,4,5-T piégée sur le charbon. Pour la troisième situation il est nécessaire de mesurer le 2,4,5-T dans le charbon afin de vérifier s'il y a contamination ou non.

Mesure du 2,4,5-T dans le charbon.

Afin d'estimer la distribution du 2,4,5-T la cartouche de charbon est analysée en deux sections, la section B du côté extérieur et la section C du côté intérieur. Le rapport de concentration B/C est un indicateur de l'efficacité du charbon pour capter le 2,4,5-T. De plus, en comparant les taux dans C et D on peut déterminer s'il y a eu contamination de la section D (par contact avec une surface sale, par exemple).

Résultats.

Les résultats sont indiqués au tableau 1 à la page suivante. Se référer aux numéros pour l'interprétation.

CENTRE DE TOXICOLOGIE DU QUÉBEC

RAPPORT DE LABORATOIRE

1983-11-16

SURVEILLANCE DES TRAVAILLEURS EXPOSES AUX HERBICIDES:

DOSAGE DU 2,4,5-T ISO-OCTYL ESTER DANS LES FILTRES DES MASQUES DE PROTECTION

Chaque filtre est divisé en 4 sections: l'air circule dans la direction de A à D.

A: Pré-filtre en cellulose;
B: Première section de charbon;
C: Deuxième section de charbon;
D: Filtre final en cellulose.

NUMERO [redacted] DE L'EMPLOYE	FONCTION	DUREE D'UTIL. (HEURES)	RESULTATS EN MICRO-G FILTRE A (extéri.)	CHARBON B (1o moit.)	CHARBON C (2o moit.)	FILTRE D (int.)
401	Opérateur	8	<0.5	-----	---	<0.5
402	Signaleur	8	2.5	-----	---	*
403	Opérateur	16	*	1	---	*
404	Opérateur	24	*	1.5	---	*
405	Signaleur	24	27	90	4.8	12
406	Signaleur	16	65	44	2.3	3.0
407	Signaleur	59	23	-----	---	5.3
408	Signaleur	16	0.6	-----	---	0.8
409	Plan de mél.	5	0.7	-----	---	*
410	Opérateur	52	*	4.5	---	*
411	?	24	*	0.5	---	*
412	?	24	170	194	2.5	3.4
414	?	8	1.8	-----	---	<0.5
415	?	8	<0.5	-----	---	<0.5

-----: Echantillon non analysé.

*: Interférence causée par la présence de charbon sur le filtre de papier.

LE CHEF DU LABORATOIRE

Jean-Philippe Weber, Ph.D. Chim.P.

Centre Hospitalier de l'Université Laval 2705, BOUL. LAURIER, STE-FOY, QUÉ. G1V 4G2 - TÉL.: (418) 656-8092

Interprétation.

Pour les masques # 401, 402, 408, 409, 414 et 415, les quantités retrouvées dans les sections A et D étaient extrêmement faibles (2 µg ou moins). Ces travailleurs n'étaient donc pas exposés et il n'était pas utile de faire le dosage du charbon.

Dans le cas des masques # 403, 404, 410 et 411, les quantités retrouvées dans A et D étaient négligeables. Cependant, on pouvait noter la présence de particules de charbon de bois sur le filtre. Ces particules, qui provenaient de la section interne du masque pouvaient interférer avec l'analyse en captant une partie du pesticide présent sur le filtre. Nous avons donc vérifié la teneur en 2,4,5-T de la première section interne (B) du filtre. Les quantités retrouvées sont également très faibles, variant entre 0.5 et 4.5 µg.

Pour les masques # 405, 406, 407 et 412, la quantité de 2,4,5-T dans les filtres de cellulose était suffisamment élevée (23 - 170 µg dans la section A) pour justifier l'analyse des sections de charbon de bois. Pour le masque 405, la quantité présente dans la section D indiquait que le masque n'était pas efficace ou qu'il y avait eu contamination.

Les résultats de dosage du charbon de bois démontrent que cet absorbant est très efficace pour le 2,4,5-T. Pour deux des masques (405 et 406) le rapport de concentration des sections B et C est d'environ 20 à 1. Ce rapport passe à 80 à 1 pour le masque 412. On peut, dans ce dernier cas, soupçonner une contamination de la section B compte tenu du taux très élevé mesuré dans A et B. Il n'y a aucune corrélation entre le nombre d'heures d'exposition et les taux mesurés, sans doute parce que l'exposition est très variable. Dans un autre ordre d'idées, on

constate que la quantité totale piégée dans le masque n'est pas tellement grande (de 5 à 300 µg pour 2-3 jours d'exposition). Si l'ouvrier ne portait pas de masque et, par conséquent, absorbait la totalité du 2,4,5-T capté, la contribution à son taux urinaire serait d'environ la moitié de la dose absorbé. Pour un cas typique, soit une absorption de 50 µg, et un volume urinaire journalier de 1.5 L, l'augmentation du taux urinaire serait de 0.02 mg/L approximativement. Il ne semble donc pas que l'exposition par voie respiratoire soit très importante et conséquemment il y a lieu de s'interroger sur l'utilité du port de masque lors des opérations sur le terrain.

LE CHEF DU LABORATOIRE

Jean-Philippe Weber, Ph.D., Chim. P.